

113 Page 10/11



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-281336
(P2001-281336A)

(43) 公開日 平成13年10月10日 (2001. 10. 10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード* (参考)
G 0 1 S 17/10		G 0 1 S 17/10	2 F 0 6 J
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	B 2 F 1 1 2
G 0 1 C 3/06		G 0 1 C 3/06	Z 5 J 0 8 4

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-98478 (P2000-98478)

(22) 出願日 平成12年3月31日 (2000. 3. 31)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 加藤 正彦

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

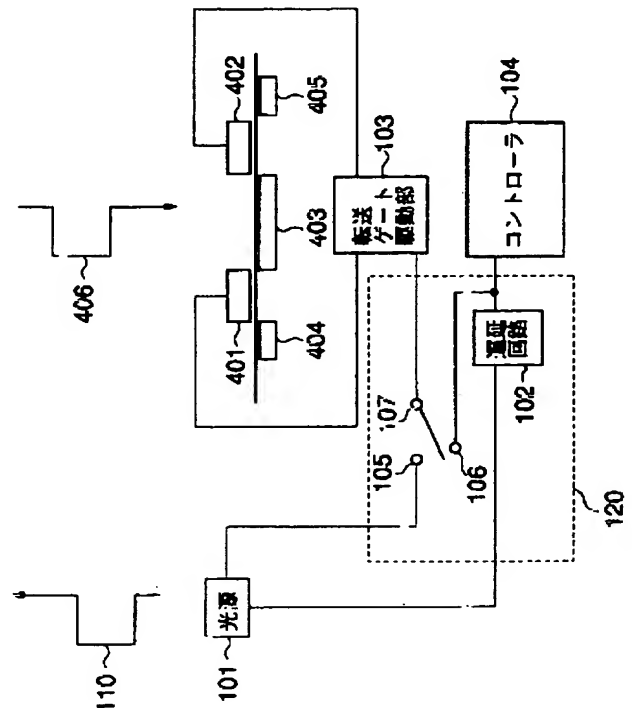
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離画像撮像装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、従来の電荷振分け方式による課題を解決して、信号のS/Nの向上および測定精度の向上化を図った距離画像撮像装置を提供する。

【解決手段】本発明の一態様によると、輝度変調が可能な光源と、上記光源よりの光が対象物で反射された反射光を受光し、電荷に変換する光電変換部と、上記光電変換部によって変換された電荷を転送する転送ゲートと、上記転送ゲートによって転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、上記転送ゲートに、上記輝度変調に同期した転送パルスを印加する転送ゲート駆動部とを有する距離画像撮像装置において、上記転送パルスに所定の遅延またはパルス幅の変更を加えることが可能な転送パルス生成部を、さらに具備することを特徴とする距離画像撮像装置が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 輝度変調が可能な光源と、
上記光源よりの光が対象物で反射された反射光を受光し、電荷に変換する光電変換部と、
上記光電変換部によって変換された電荷を転送する転送ゲートと、
上記転送ゲートによって転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、
上記転送ゲートに、上記輝度変調に同期した転送パルス印加する転送ゲート駆動部とを有する距離画像撮像装置において、
上記転送パルスに所定の遅延またはパルス幅の変更を加えることが可能な転送パルス生成部を、さらに具備することを特徴とする距離画像撮像装置。

【請求項2】 上記光電変換部は、一次元または二次元のアレイ状に配列されていることを特徴とする請求項1記載の距離画像撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、距離画像撮像装置に係り、特に、アクティブな照明光を用いて、対象物である被写体までの距離情報をリアルタイムに記録する距離画像撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】物体の距離情報を把握するアクティブな手段として、Time Of Flight法(略してTOF法という)が知られている。

【0003】このTOF法は、光パルスを対象物に送って、この光パルスが対象物から反射して戻ってくるまでの往復に要する時間を計り、これを距離に換算する方式である。

【0004】なかでも、R. Miyagawaraが、1995 IEEE Workshop on Charge-Coupled Devices and Advanced Image Sensors, "April 20-22; Integration-Time Based Computational Image Sensors" に発表した方法は、半導体基板上に設けられた二次元撮像素子により、対象物の距離画像を得ることを可能とする方法である。

【0005】ここに、距離画像というのは、二次元撮像素子の各画素が、対象物の濃淡画像の代わりに、対象物の三次元形状に対応した距離情報を各画素における電荷の濃淡画像として有していることを意味する。

【0006】図4は、R. Miyagawaraが提案している対象物の距離画像を得ることを可能とする方式の概念的構成を示している。

【0007】また、図5は、R. Miyagawaraが提案している対象物の距離画像を得ることを可能とする方式による動作を説明するためのタイムチャートを示している。

ている。

【0008】図4において、参照符号401、402は、それぞれ、第1の転送ゲートと第2の転送ゲートを示している。

【0009】また、参照符号403は、pn接合による光電変換部を示している。

【0010】また、参照符号404、405は、それぞれ、第1の電荷蓄積部と第2の電荷蓄積部を示している。

【0011】また、参照符号406は、入射光パルス信号を表わしている。

【0012】図5の(a)は、被写体に向けて送出されたパルス幅Tの送出光パルスを示している。

【0013】図5の(b)は、被写体で反射されて距離画像撮像装置に入射する入射光パルス信号を示しており、図中のΔtは光パルスが被写体までの距離を往復する時間に対応する時間ずれを示している。

【0014】図5の(c)は、例えば、第1の転送ゲート401のON、OFFタイミングを表わしており、この第1の転送ゲート401のON、OFFタイミングは図5の(a)と同相である。

【0015】図5の(d)は、例えば、第2の転送ゲート402のON、OFFを表わしており、この第2の転送ゲート402のON、OFFタイミングは図5の(c)と位相が180度ずれている。

【0016】図5の(e)は、第1の転送ゲート401を介して第1の電荷蓄積部404に転送される電荷量(時間tに対応)を表わしている。

【0017】図5の(f)は、第2の転送ゲート402を介して第2の電荷蓄積部405に転送される電荷量(時間t2に対応)を表わしている。

【0018】すなわち、入射光パルス信号406に対応して光電変換部403で発生した電荷は、それぞれ、第1の転送ゲート401と第2の転送ゲート402を介して第1の電荷蓄積部404と第2の電荷蓄積部405とに振り分けられる(電荷振分け方式と呼ぶ)。

【0019】ここで、振り分けられる電荷の量は、時間ずれΔtに対応して変化することによって、被写体までの距離情報が得られる。

【0020】いま、送出光パルスのパルス幅をT、第1の電荷蓄積部404に蓄えられた電荷量をQ1、第2の電荷蓄積部405に蓄えられた電荷量をQ2とすれば、被写体までの距離Rは、 $R = c \Delta t / 2$ で与えられるから、送出光パルスのパルス幅Tの半分T/2を基準として時間軸を規格化すると、

【0021】

【数1】

$$i = \frac{cT}{4} p \quad (1)$$

で与えられる。

【0022】ただし、この(1)式中の p は、
【数2】

$$p = \frac{\Delta t}{T/2} = \frac{2Q_2}{Q_1+Q_2} = 1 - \frac{Q_1-Q_2}{Q_1+Q_2} \quad (2)$$

で与えられる。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】上記の電荷振分け方式は、被写体までの距離 R が第1の電荷蓄積部404と第2の電荷蓄積部405に蓄えられた電荷量の比 Q_1/Q_2 により定められるから、入射光パルス信号の強度に影響されにくいという利点がある一方で、第1の転送ゲート401、第2の転送ゲート402をOFFとしても洩れてくる漏洩電荷がある。

【0024】これを考慮すると、

【数3】

$$\frac{Q_1-Q_2}{Q_1+Q_2} \rightarrow \frac{Q_1-Q_1L-Q_2-Q_2L}{Q_1-Q_1L+Q_2-Q_2L}$$

【0025】ここに、 Q_1L 、 Q_2L は、それぞれ、
 Q_1L ：第1の転送ゲート401がOFFのときに光電変換部403から第1の電荷蓄積部404に漏洩する電荷量、

Q_2L ：第2の転送ゲート402がOFFのときに光電変換部403から第2の電荷蓄積部405に漏洩する電荷量である。

【0026】一般に、漏洩する電荷量は、信号のクロストークを引き起こし、信号のSNの低下あるいは測定誤差の増大につながる。

【0027】ここに、上記電荷振分け方式の一つの課題がある。

【0028】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、従来の電荷振分け方式による課題を解決して、信号のSNの向上および測定精度の向上化を図った距離画像撮像装置を提供することを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】本発明によると、上記課題を解決するために、(1) 輝度変調が可能な光源と、上記光源よりの光が対象物で反射された反射光を受光し、電荷に変換する光電変換部と、上記光電変換部によって変換された電荷を転送する転送ゲートと、上記転送ゲートによって転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、上記転送ゲートに、上記輝度変調に同期した転送パルスを印加する転送ゲート駆動部とを有する距離画像撮像装置において、上記転送パルスに所定の遅延またはパルス幅の変更を加えることが可能な転送パルス生成部を、さらに具備することを特徴とする距離画像撮像装置が提供される。

【0030】また、本発明によると、上記課題を解決するために、(2) 上記光電変換部は、一次元または二次元のアレイ状に配列されていることを特徴とする

(1) 記載の距離画像撮像装置が提供される。

【0031】

【発明の実施の形態】まず、本発明の概要として、電荷振分け方式におけるクロストークの軽減方法の考え方を次に示す。

【0032】上述したような第1の電荷蓄積部、第2の電荷蓄積部に蓄積される電荷量をそれぞれ Q_1 、 Q_2 とし、次式で表わされたとする。

【0033】

【数4】

$$Q_1 = k_{11}\eta P_{t1} + k_{21}\eta P_{t2} \quad (3)$$

$$Q_2 = k_{12}\eta P_{t1} + k_{22}\eta P_{t2} \quad (4)$$

【0034】ここに、 P ：入力光信号のパワー、

η ：光電変換効率、

k_{11} ：第1の転送ゲートがONのとき第1の電荷蓄積部に電荷転送される割合、

k_{21} ：第1の転送ゲートがOFFのとき第1の電荷蓄積部に電荷転送される割合、

k_{12} ：第2の転送ゲートがOFFのとき第2の電荷蓄積部に電荷転送される割合、

k_{22} ：第2の転送ゲートがONのとき第2の電荷蓄積部に電荷転送される割合である。

【0035】また、時間 t_1 、 t_2 の意味は、図5に示した($T = t_1 + t_2$)とする。

【0036】このとき、次の比 x を考える。

【0037】

【数5】

$$x = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1 + Q_2} = \frac{k_{11}\eta P_{t1} + k_{21}\eta P_{t2} - k_{12}\eta P_{t1} - k_{22}\eta P_{t2}}{k_{11}\eta P_{t1} + k_{21}\eta P_{t2} + k_{12}\eta P_{t1} + k_{22}\eta P_{t2}} \quad (5)$$

【0038】そして、画素ごとに第1の転送ゲートと第2の転送ゲートあるいは電荷蓄積部の光電変換部に対する対称性は保たれていると仮定すると、この(5)式の比 x は、

【0039】

【数6】

$$k_{11} \neq k_{22} = k, k_{21} \neq k_{12} = kc \text{ において}$$

$$x = \frac{(k-kc)(t_1-t_2)}{(k+kc)(t_1+t_2)} = \frac{(k-kc)(t_1-t_2)}{(k+kc)T} = \frac{t_1-t_2}{T} \frac{k-kc}{k+kc} \quad (6)$$

となる。

【0040】この(6)式から入力光信号のパルス幅 T が既知で、 $k \gg kc$ ならば、測定値 Q_1 、 Q_2 から求められる x を用いて、

$$t_1 - t_2 = Tx$$

あるいは $T = t_1 + t_2$ を用いて、

【0041】

【数7】

$$t_1 = T(1+x)/2 \quad (7)$$

となる。

【0042】しかし、上記の条件が満たされない場合には、既知の量 Δt だけ時間軸の基準のパルスをずらして

測定することにより、たとえば $t_1 \rightarrow t_1 + \Delta\tau$ 、 $t_2 \rightarrow t_2 + \Delta\tau$ と変換して、(6)式の比 x は、

【0043】

【数8】

$$x = \frac{Q1-Q2}{Q1+Q2} \cdot \frac{t1-t2+2\Delta\tau}{T} \cdot \frac{k-kc}{k+kc} \quad (8)$$

となる。

【0044】この比 x とずれし量 $\Delta\tau$ は、図2の(a)に示すように、線形関係(直線a)にあり、その傾きは 2α となる。

【0045】ここで、

【数9】

$$\alpha = \frac{1}{T} \cdot \frac{k-kc}{k+kc} \quad (9)$$

で与えられる。

【0046】従って、ずれしを与えない $\Delta\tau=0$ の場合(図2の(a)の点A)と、ずれしを与えた $\Delta\tau \neq 0$ の場合(図2の(a)の点B)を測定し、線分ABの傾きから α を求め、これから $\Delta\tau=0$ の場合に得られた比 x の値を補正することにより、クロストークの影響を軽減した t_1-t_2 を求めることができる。

【0047】あるいは、 $T=t_1+t_2$ から、 t_1 または t_2 を求めることができる。

【0048】次に、以上のような概要に基づく本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0049】(第1の実施の形態)本発明の第1の実施の形態による距離画像撮像装置について、図1、図2の(b)、図3および図5を用いて説明する。

【0050】すなわち、本発明の第1の実施の形態による距離画像撮像装置の構成を示す図1において、参照符号101は輝度変調可能な光源、参照符号102は遅延回路、参照符号103は転送ゲート駆動部、参照符号104はコントローラ、参照符号105、106は端子、参照符号107はスイッチ、参照符号110は送出光パルス、参照符号120は転送パルス生成回路を表わしている。

【0051】該転送パルス生成回路120は、端子105、106、スイッチ107、遅延回路102から構成される。

【0052】また、図1において、参照符号401、402は、それぞれ、第1の転送ゲートと第2の転送ゲートを示している。

【0053】また、参照符号403は、pn接合による光電変換部を示している。

【0054】また、参照符号404、405は、それぞれ、第1の電荷蓄積部と第2の電荷蓄積部を示している。

【0055】また、参照符号406は、入射光パルス信号を表わしている。

【0056】次に、以上のように構成される本発明の第

1の実施の形態による距離画像撮像装置の動作を説明する。

【0057】まず、コントローラ104から、例えば、図5の(a)に示したようなパルス幅T、デューティ比1:1のパルス列が出力される。

【0058】この場合、コントローラ104から出力されるパルス列のパルス幅Tとしては、例えば、100nsが選ばれる。

【0059】このパルス幅Tの値100nsは、距離画像を得たい領域により異なり、光が往復することを考慮すると、15mぐらいの領域につき距離画像を得たい場合に相当する。

【0060】最初に、スイッチ107が端子105に接続されている場合を説明する。

【0061】コントローラ104からの出力信号は、遅延回路102を介して光源101に供給される。

【0062】これにより、光源101からは、図5の(a)に示した波形の送出光パルス110を送出する。

【0063】該送出光パルス110の一部は光電変換され、端子105、スイッチ107を経て転送ゲート駆動部103に供給される。

【0064】該転送ゲート駆動部103から、例えば、第1の転送ゲート401には、図5の(c)に示した波形の電圧が供給される。

【0065】これは図5の(a)に示した送出光パルス110と同期した、同じ矩形波形を示す。

【0066】この矩形波形の山では第1転送ゲート401はONとなり、谷ではOFFとなるものとする。

【0067】また、第2の転送ゲート402には、図5の(d)に示した波形の電圧が供給される。

【0068】これは第1転送ゲート401に供給した図5の(c)に示した波形の電圧と位相が180度異なる。

【0069】これによって、第2の転送ゲート402は、第1の転送ゲート401がONのときにOFFとなり、第1の転送ゲート401がOFFのときにONとなる。

【0070】このように構成された撮像部に、入射光パルス信号406が図5の(b)に示したタイミングで入射する。

【0071】ここに、 Δt は送出された光パルスが不図示の被写体までの距離を往復する時間に対応する。

【0072】第1の転送ゲート401は、時間 $t_1 = T - \Delta t$ に発生した光電子を第1の電荷蓄積部404に通過させ、該第1の電荷蓄積部404に電荷量Q1を蓄えさせる。

【0073】また、第2の転送ゲート402は、時間 $t_2 = \Delta t$ に発生した光電子を第2の電荷蓄積部405に通過させ、該第2の電荷蓄積部405に電荷量Q2を蓄えさせる。

【0074】ここで、電荷の漏洩がなければ、これらの蓄積された電荷量 Q_1 、 Q_2 から前述の式(1)、

(2)に基づいて、被写体までの距離 R が求められる。

【0075】次に、電荷の漏洩が無視できない場合を説明する。

【0076】このときには、図1において、スイッチ107は、端子106に接続する。

【0077】こうすると、遅延回路102により与えられる遅延時間を $\Delta\tau$ とすれば、コントローラ104から端子106、スイッチ107を介して第1転送ゲート401および第2の転送ゲート402に供給される信号は、遅延回路102を介していないから、遅延時間 $\Delta\tau$ の影響を受けない。

【0078】このときのタイミング関係を図3に示す。

【0079】図3の(a)～(d)は、図5の(a)～(d)に対応するが、これらの相違は、図3では(c)、(d)が(a)、(b)に対して $\Delta\tau$ だけ先にきていることにある。

【0080】このため、図5の t_1 に相当する時間が $t_1 - \Delta\tau$ となり、 t_2 に相当する時間が $t_2 + \Delta\tau$ となる。

【0081】これは前述の(8)式で $\Delta\tau$ の代わりに $-\Delta\tau$ としたことに相当する。

【0082】以上から、スイッチ107が端子105に接続されている場合の測定とスイッチ107が端子106に接続されている場合の測定とから、図2の(a)で示した考え方より、直線aの傾き 2α を求め、前述のようにクロストークの影響を軽減した時間 $t_1 - t_2$ 、あるいは $T = t_1 + t_2$ を用いて、時間 t_1 または t_2 を求めることができる。

【0083】本実施形態の特徴は、パルス転送回路120で表わされる簡単な遅延回路とスイッチによる切替で、電荷の漏洩による影響を軽減できることにある。

【0084】また、本実施形態は、種々の変更が可能である。

【0085】例えば、図1において、遅延回路102は光源101と端子105との間に移すことができる。

【0086】こうすると、スイッチ107を端子106に接続した場合に遅延回路102の影響を受けない測定がなされ、スイッチ107を端子105に接続した場合に遅延回路102の影響を受ける測定とすることができ

る。

【0087】これは前述の $-\Delta\tau$ の代わりに $\Delta\tau$ の遅延を与えたことに相当する。

【0088】あるいは、一般に、複数の遅延回路を図1の遅延回路102の箇所に設けて、これをコントローラ104からの信号により電子的に切り替えることも可能である。

【0089】さらには、上述のように、光源101と端子105との間にも複数の遅延回路を設け、スイッチ1

07を機械的に切り替える代わりに、これらをコントローラ104からの信号により電子的に切り替えることも可能である。

【0090】図2の(b)を用いて、この概念を説明する。

【0091】図2の(b)において、符号Aは遅延を与えない場合を示し、符号B、Cは $\Delta\tau$ 、 $2\Delta\tau$ の遅延を与えた測定の場合を示す。

【0092】また、符号D、Eは、 $-\Delta\tau$ 、 $-2\Delta\tau$ の遅延を与えた測定の場合を示す。

【0093】これらの測定結果に基づいて、直線aの傾き 2α を、より正確に求めることができる。

【0094】この場合の電荷量 Q_1 は、前述の(3)式で与えられるものとなる。

【0095】(第2の実施の形態)本発明の第2の実施の形態による距離画像撮像装置について、図6を用いて説明する。

【0096】これは図4において、第2の転送ゲート402および第2の電荷蓄積部405を取り除いたものである。

【0097】この場合には、前述の(3)式が成立する。

【0098】このままでは、蓄積された電荷量 Q_1 は、入力光信号のパワー P および前述の(3)式の右辺第2項の漏洩電荷量の影響を受け、時刻 t_1 の正確な情報を得ることができない。

【0099】そこで、この場合には、パルス幅 T および時間 t_1 、 t_2 の幅を変えた二つの測定を行い、これらを用いて、蓄積された電荷量 Q_1 を補正することが可能である。

【0100】最初は、光パルス幅 T を $T + \Delta T$ として同じ測定を行う。

【0101】このときには、第1の転送ゲート401に加える転送パルスの幅も $T + \Delta T$ となる。

【0102】こうすると、図5からわかるように、時間 t_2 は光パルスが被写体までの距離を往復するに要する時間 Δt に等しく、時間 t_1 のみが $t_1 + \Delta T$ となる。

【0103】このとき蓄積された電荷量は Q_2 は、

$$\text{【数10】} \quad Q_2 = k_{11}\eta P(t_1 + \Delta T) + k_{21}\eta P t_2 \quad (10)$$

となる。

【0104】次に、パルス幅 T を $T + \Delta T$ として、転送パルス幅は T のままとする、

$$\text{【数11】} \quad Q_3 = k_{11}\eta P t_1 + k_{21}\eta P(t_2 + \Delta T) \quad (11)$$

となる。

【0105】ここで、前述の(3)式、(10)式および(11)式を用いて時間 t_1 を求めると、

【数12】

$$t1 = \frac{Q1-bT}{a-b} \quad (12)$$

$$\text{但し } a=k11\eta P = \frac{Q2-Q1}{\Delta T}, \quad b=k21\eta P = \frac{Q3-Q1}{\Delta T}$$

となる。

【0106】このようにして正しい時間 $t1$ を求めることができる。

【0107】本実施形態の特徴は、画素の構成を簡単にし、光電変換部の開口率を高くしたところにある。

【0108】以上の説明では、蓄積される電荷量の統計的ゆらぎには触れなかったが、実際にはこれを考慮して、それぞれの測定を複数回繰返し、それらの平均値に対して上述の取扱いを行うことが必要となる。

【0109】なお、以上説明した図1および図6では、画素構成として単一の光電変換部による単位画素のみを示したが、実用上では、上記光電変換部を複数用いて、一次元または二次元のアレイ状に配列した距離画像撮像装置に適用することが可能である。

【0110】すなわち、対象物に輝度変調可能な光源またはパルス光源よりの光を照射し、帰還した反射光を光学系により一次元または二次元画素アレイ上に結像させて、各画素ごとに上記対象物までの距離を求める距離画像撮像装置であつて、各画素が、光電変換部と、上記光電変換部で発生した電荷を第1の電荷蓄積部に転送する第1のゲートと、上記光電変換部で発生した電荷を第2の電荷蓄積部に転送する第2のゲートとを有しており、各画素の上記第1のゲートと上記第2のゲートの制御端子は各々共通に接続されている、一次元または二次元画素アレイを備えている。

【0111】そして、一次元画素アレイを備えている距離画像撮像装置の場合には、アレイ上の光電変換部（画素）を選択する選択回路と、選択された画素について、上記第1の電荷蓄積部に蓄積された電荷に基づく第1の信号と、上記第2の電荷蓄積部に蓄積された電荷に基づく第2の信号を、順次に読み出す読み出し手段と、上記第1のゲートに上記光源の発光のタイミングに同期した転送パルスを印加する手段と、上記第2のゲートに上記第1のゲートに印加されるパルスと相補的な転送パルスを印加する手段とを備えるようにして構成される。

【0112】また、二次元画素アレイを備えている距離画像撮像装置の場合には、上記二次元画素アレイの行を選択する行選択回路と、上記行選択回路で選択された行の画素について、上記第1の電荷蓄積部に蓄積された電荷に基づく第1の信号と、上記第2の電荷蓄積部に蓄積

された電荷に基づく第2の信号を、並列に読み出す行並列読み出し手段と、上記第1のゲートに上記光源の発光のタイミングに同期した転送パルスを印加する手段と、上記第2のゲートに上記第1のゲートに印加されるパルスと相補的な転送パルスを印加する手段とを備えるようにして構成される。

【0113】

【発明の効果】従って、以上説明したように、本発明によれば、従来の電荷振分け方式による課題を解決して、信号のSNの向上および測定精度の向上化を図った距離画像撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態による距離画像撮像装置の構成を示す図である。

【図2】図2の（a）は、従来方式の課題を説明するための図であり、図2の（b）は、本発明の第1の実施の形態による距離画像撮像装置の概要および動作を説明するための図である。

【図3】図3は、本発明の第1の実施の形態による距離画像撮像装置の動作を説明するためのタイムチャートである。

【図4】図4は、R. Miyagawaらが提案している対象物の距離画像を得ることを可能とする従来方式の概念的構成を示す図である。

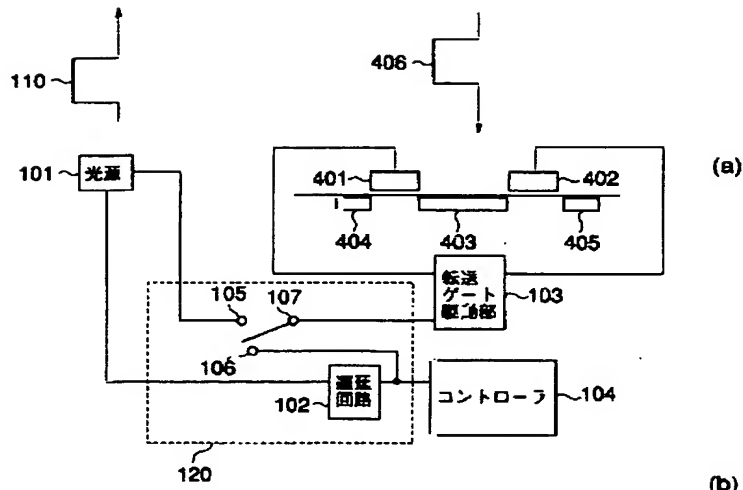
【図5】図5は、R. Miyagawaらが提案している対象物の距離画像を得ることを可能とする従来方式による動作を説明するためのタイムチャートである。

【図6】図6は、本発明の第2の実施の形態による距離画像撮像装置の要部の構成を示す図である。

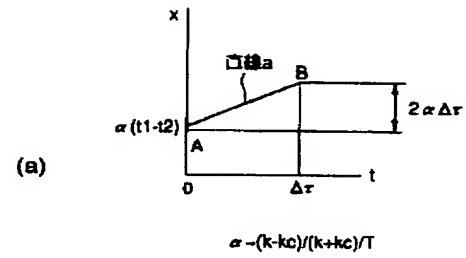
【符号の説明】

- 101…光源、
- 102…遅延回路、
- 103…転送ゲート駆動部、
- 104…コントローラ、
- 105、106…端子、
- 107…スイッチ、
- 110…送出光パルス、
- 120…転送パルス生成回路、
- 401…第1の転送ゲート、
- 402…第2の転送ゲート、
- 403…光電変換部、
- 404…第1の電荷蓄積部、
- 405…第2の電荷蓄積部、
- 406…入射光パルス信号。

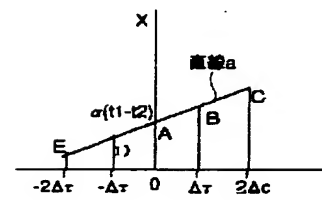
【図1】



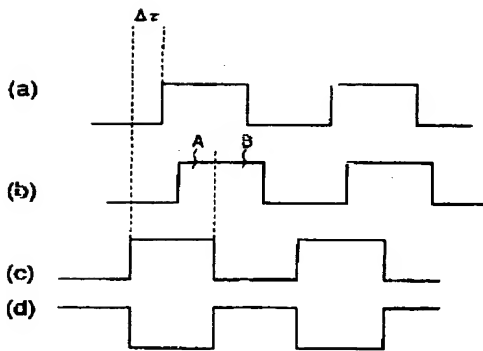
【図2】



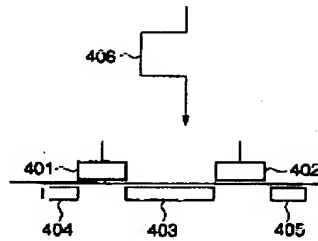
(b)



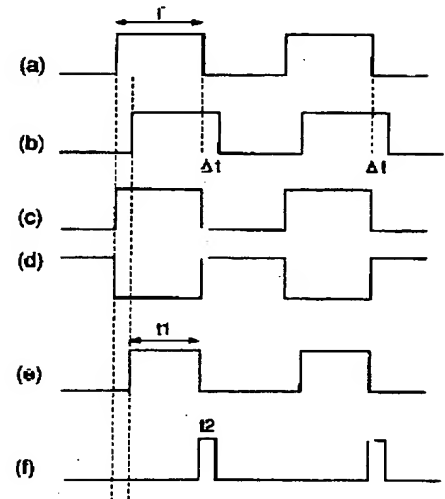
【図3】



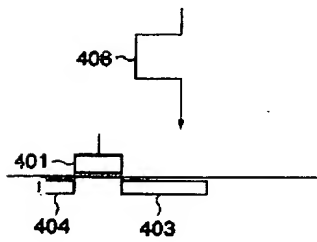
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA06 DD04 FF12 FF31 HH13
JJ02 JJ03 JJ25 JJ26 NN08
NN12 PP22 QQ11 QQ47 UU05
2F112 AD01 BA06 BA07 CA12 EA03
EA05 FA43 FA50
5J084 AA05 AD01 AD05 BA39 BA40
CA03 CA55 CA65 EA04